

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE DIFERENTES MUESTRAS DE AGREGADOS
PÉTREOS PARA EL CONCRETO - ZONA NORTE DE BOGOTÁ**

**LEIDY YOHANA LÓPEZ GARAVITO
DAVID SEPÚLVEDA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2014**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE DIFERENTES MUESTRAS DE AGREGADOS
PÉTREOS PARA EL CONCRETO - ZONA NORTE DE BOGOTÁ**

**LEIDY YOHANA LÓPEZ GARAVITO
DAVID SEPÚLVEDA**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
JAIME ALBERTO CASTRO
Ingeniero de Alimentos**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2014**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Director de Investigación
Ing. Jaime Alberto Castro

Asesor Metodológico
Ing. Saieth Baudilio Cháves Pabón

Jurado

Bogotá D.C., noviembre de 2014

*Dedicado a nuestras familias,
amigos, profesores y todas
aquellas personas que han
estado con nosotros en este
proceso de formación con su
apoyo físico y moral en todo
momento y esperamos que
siga siendo así.*

Los autores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Dios, por permitirles culminar satisfactoriamente su trabajo de grado y carrera profesional.

Sus familias, por el apoyo incondicional que les brindaron para la iniciación y culminación de los estudios, ya que sin el apoyo moral, económico y sentimental mostrado de parte de ellos no hubiese sido posible culminar esta meta en sus vidas.

Las personas, como Mary Luz Lopez y Orlando Lozada, que de manera directa o indirecta los apoyaron y acompañaron en el desarrollo de su carrera profesional, haciendo de esta etapa una de las mejores de sus vidas, enseñándoles a formarse como personas de bien, humanas y excelentes profesionales.

Jaime Alberto Castro, Ingeniero de Alimentos, y director del trabajo de grado, por su comprensión y apoyo, ya que gracias a su metodología y organización los ayudo a sacar adelante un proyecto a pesar de las dificultades presentadas durante el desarrollo del mismo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	12
1.1 ANTECEDENTES	12
1.2 JUSTIFICACIÓN	12
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
3. MARCO DE REFERENCIA	14
3.1 MARCO TEÓRICO	14
3.1.1 Concreto	14
3.1.2 Componentes básicos	14
3.1.3 Caracterización	15
3.1.3.1 Clasificación por su tamaño	16
3.1.3.2 Clasificación por su origen	16
3.1.3.3 Clasificación por su forma	16
3.1.3.4 Clasificación por su petrología	18
3.1.4 Recomendaciones y consideraciones	18
3.2 MARCO CONCEPTUAL	19
3.2.1 Agregado fino	20
3.2.2 Agregado grueso	20
3.2.3 Fragmentos de roca	20
3.2.4 Agregado ligero	20
4. OBJETIVOS	22
4.1 OBJETIVO GENERAL	22
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
5. ALCANCES Y LIMITACIONES	23
5.1 ALCANCES	23
5.2 LIMITACIONES	23
6. METODOLOGÍA	24
7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	25
7.1 PRODUCTOS A ENTREGAR	25
7.2 INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO	25
8. PRESUPUESTO DEL TRABAJO Y RECURSOS FINANCIEROS	26
9. CONCLUSIONES	28
ANEXOS	29

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Clasificación general del agregado según su tamaño	16
Tabla 2. Clasificación de partículas según su forma	17
Tabla 3. Clasificación de la textura superficial de los agregados	18
Tabla 4. Cronograma de actividades	25
Tabla 5. Presupuesto del trabajo	26

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Contenido de aire	15

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Documentación fotográfica	29

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de los concretos es afectado fundamentalmente por la naturaleza de sus componentes constitutivos y las condiciones atmosféricas en donde es empleado en la generación de obras civiles. Conocer las características de los materiales (agregados pétreos) y reconocer su comportamiento potencial es la intención de este trabajo de investigación, en donde de acuerdo con la procedencia, composición y morfología, se puede determinar el desempeño futuro de concretos en identificar sus potencialidades en procesos constructivos. El proyecto se enfocó en los agregados utilizados en la zona norte de Bogotá, por lo tanto se visitaron las zonas de acopio con la misión de recopilar información y muestras para estudio con las cuales se determinarán los criterios por los que se comercializan, su origen y sus características físicas como lo son sus tamaños, formas y petrografías.

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En el transcurso de la historia de la humanidad el hombre ha necesitado aprender a usar los recursos propios de la naturaleza. Es así como la historia del proceso de los agregados se remonta a la actividad gestada desde el interior de la tierra a través de las eras geológicas que han llevado a cambios en la formación y transformación de las rocas que se utilizan hoy en la elaboración de concreto u hormigón, mezclas asfálticas y estructuras de los pavimentos.

En los últimos 100 años, la necesidad de materiales de construcción ha llevado al hombre a estudiar las leyes naturales y comprenderlas a través de la observación cuidadosa de las rocas desde su estado natural hasta sus medios de uso.

El agregado es un material sólido, pétreo, natural y/o artificial, de forma estable aparentemente inerte, de composición, pH y tamaño variable.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Sin embargo de acuerdo con su ubicación, medios de transporte y condiciones climáticas, puede verse afectado algunos factores como el comportamiento de los materias y el costo de compra de dichos agregados, por lo cual este estudio pretende hacer una caracterización física de los agregados de diferentes canteras al norte de la Ciudad de Bogotá, con el fin de determinar si los materiales pétreos utilizados en la zona cumplen con las características especificadas por las normas vigentes.

2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Bogotá es una ciudad extensa y está delimitada en un sistema montañoso, razón por la cual nos lleva a preguntarnos, ¿cuáles son las fuentes de los agregados utilizados para conformación de los concretos utilizados en nuestras edificaciones?, ¿Cuáles son los parámetros o criterios utilizados para comercializarlos? ¿Qué características físicas poseen? Con este trabajo buscamos determinar las respuestas a estos interrogantes basándonos en información de campo, toma de muestras, estudio y análisis de datos, en donde queremos llegar a establecer relaciones entre precios, cantidades, disponibilidades y las características físicas de dichos agregados.

En el caso de Colombia se rige bajo la norma NSR-10 donde dice:

C.3.3. Agregados

C.3.3.1-Los agregados para el concreto deben cumplir con una de las siguientes normas:

- a) Agregado de peso normal. NTC 174 (ASTM C33).
- b) Agregado liviano: NTC 4045 (ASTM C330).

Se permite el uso de agregados que han demostrado a través de ensayos o por experiencias prácticas que producen concreto de resistencia y durabilidad adecuadas, siempre y cuando sean aprobadas por el Supervisor técnico.

C.3.3.2-El tamaño máximo nominal del agregado grueso debe ser superior a:

- a) $1/5$ de la menor separación entre los lados del encofrado, ni a
- b) $1/3$ de la altura de la losa, ni a
- c) $3/4$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquete de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos

Estas limitaciones se pueden omitir si a juicio del profesional facultado para diseñar la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de hormigueros, vacíos o segregación en la mezcla.¹

¹ COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y de Desarrollo Territorial. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistente NSR-10. En: Diario Oficial. 26, marzo, 2010, no. 47.663, p. 45.

3. MARCO DE REFERENCIA

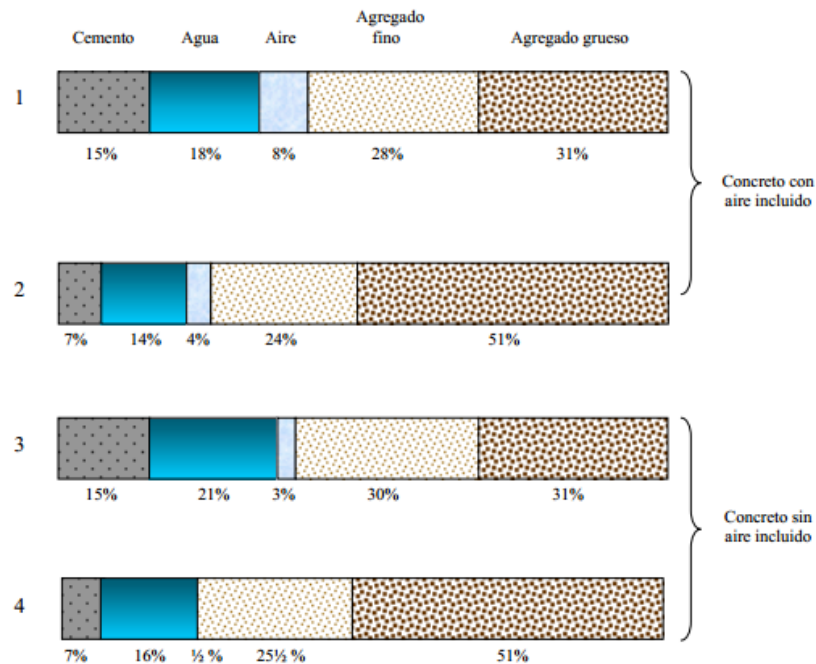
3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 Concreto. Es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

3.1.2 Componentes básicos. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm. La pasta está compuesta de cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40 por ciento del volumen total del concreto. La Figura 1 muestra que el volumen absoluto del cemento está comprendido usualmente entre el 7% y el 15% y el agua entre el 14% y el 21%. El contenido de aire en concretos con aire incluido puede llegar hasta el 8% del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso.²

² POLANCO RODRÍGUEZ, Abraham. Manual de prácticas de laboratorio de concreto [en línea] Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua. [Consultado: 20 de Octubre de 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf>.

Figura 1. Contenido de aire.



Fuente: POLANCO RODRÍGUEZ, Abraham. Manual de prácticas de laboratorio de concreto [en línea] Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua. [Consultado: 20 de Octubre de 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf>.

Como los agregados constituyen aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto, su selección es importante. Los agregados deben consistir en partículas con resistencia adecuada así como resistencia a condiciones de exposición a la intemperie y no deben contener materiales que pudieran causar deterioro del concreto. Para tener un uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaños de partículas.

La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta, así como también todos los espacios entre partículas de agregado.

3.1.3 Caracterización. Existen diversos métodos para la caracterización física de los agregados como son por tamaño, forma, origen o según su densidad.

3.1.3.1 Clasificación por su tamaño.

Tabla 1. Clasificación general del agregado según su tamaño.

Tamaño de las partículas en mm. (Pulgadas)	Denominación más corriente	Clasificación	Clasificación como agregado para concreto
Inferior a 0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
Entre 0,002 - 0,074 (No 200)	Limo		
Entre 0,074 - 4,76 (No 200) - (No 4)	Arena	Agregado fino	Material apto para producir concreto
Entre 4,76 - 19,1 (No 4) - (3/4")	Gravilla	Agregado grueso	
Tamaño de las partículas en mm. (Pulgadas)	Denominación más corriente	Clasificación	Clasificación como agregado para concreto
Entre 19,1 - 50,8 (3/4") - (2")	Grava	Agregado grueso	Material apto para producir concreto
Entre 50,8 - 152,4 (92") - (6")	Piedra		
Superior a 152,4 (6")	Rajón, piedra bola		

Fuente: MONTEJO FONSECA, Alfonso. Tecnología y patología del concreto armado Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2013. p. 96.

3.1.3.2 Clasificación por su origen.

- Naturales: Son todos aquellos que provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o de glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales.
- Artificiales: Estos agregados se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como arcillas expandidas, escoras de alto horno, Clinker, limaduras de hierro y otros. Por lo general estos agregados son más ligeros o pesados que los ordinarios.

3.1.3.3 Clasificación por su forma. Según el Instituto Colombiano del Concreto, la forma de los agregados afecta la manejabilidad del concreto, esta forma depende del tipo de roca que lo originó.

Las formas perjudiciales son las más alargadas y/o escamosas ya que influyen en el cemento, la resistencia y la durabilidad.

Tabla 2. Clasificación de partículas según su forma.

Clasificación	Descripción
Redondeada (Frotamiento)	Totalmente desgastada por el agua o completamente limitada por ella
Irregular	Irregular natural o parcialmente limitada por frotamiento y con caras redondeadas
Angular	Posee caras bien definidas, que se forman en la intersección de caras más o menos planas
Escamosa	Material en el cual el espesor es pequeño en (laminar) relación con las otras dos dimensiones
Elongada	Material normalmente angular, en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones
Escamosa y elongada	Material cuya longitud es considerablemente mayor que el ancho y este es considerablemente mayor que el espesor

Fuente: MONTEJO FONSECA, Alfonso. Tecnología y patología del concreto armado Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2013. p. 100.

La textura del agregado está asociada con la forma. Generalmente, los agregados redondeados tienen una textura lisa y los agregados angulares tienen una textura rugosa, pero incluso cuando la superficie del agregado redondeado es lisa, es suficientemente rugosa para desarrollar un vínculo razonable bueno entre la superficie y el gel sub-microscópico del cemento. La clasificación más usada es:

Tabla 3. Clasificación de la textura superficial de los agregados.

Grupo	Textura superficial	Características
1	Vítrea	Fractura concoide
2	Lisa	Desgastada por el agua o losa debido a la fractura de la roca laminada o de grano fino.
3	Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados.
4	Áspera	Fractura áspera de rocas con granos finos o medianos que contienen partículas cristalinas no fácilmente visibles.
5	Cristalina	Contiene partículas fácilmente visibles
6	Apanalada	Con poros y cavidades visibles

Fuente: MONTEJO FONSECA, Alfonso. Tecnología y patología del concreto armado Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2013. p. 129.

3.1.3.4 Clasificación por su petrología. La petrología estudia las rocas en su conjunto, sus características geométricas de campo, características petrográficas (componentes), composición química detallada de la misma y de los distintos minerales que la constituyen, condiciones físico-químicas de formación y los procesos evolutivos durante su génesis.

Los componentes petrográficos son aquellos componentes de la roca que tienen entidad física, tales como granos minerales, asociaciones particulares de determinados minerales, otros fragmentos de rocas relacionados o no genéticamente con la roca que los engloba, componentes de la matriz y cemento, material amorfo o criptocristalino (vidrio volcánico, geles de sílice...), espacios vacíos (poros, vacuolas...), fracturas discretas o selladas, etc.

Algunos componentes petrográficos se presentan en todos los tipos de rocas, tales como los granos minerales o poros, que son muy abundantes en las rocas sedimentarias e ígneas volcánicas, pero son muy pequeños y escasos en rocas metamórficas e ígneas plutónicas; otros se presentan sólo en algunos tipos, como el vidrio volcánico en las rocas magmáticas volcánicas; otros se presentan en cualquiera de los tipos rocosos pero sólo ocasionalmente, como las fracturas.

3.1.4 Recomendaciones y consideraciones. Los agregados pétreos deben poseer por lo menos la misma resistencia y durabilidad que se exija al concreto. No se deben emplear calizas blandas, feldespatos, yesos, piritas o rocas friables o porosas. Para la durabilidad en medios agresivos serán mejores los áridos

silíceos, los procedentes de la trituración de rocas volcánicas o los de calizas sanas y densas.

Con agregados naturales rodados, los concretos son más trabajables y requieren menos agua de amasado que los agregados de machaqueo, teniéndose además la garantía de que son piedras duras y limpias. Los agregados machacados procedentes de trituración, al tener más caras de fractura cuestan más ponerlos en obra, pero se traban mejor y se refleja en una mayor resistencia.

Si los agregados rodados están contaminados o mezclados con arcilla, es imprescindible lavarlos para eliminar la camisa que envuelve los granos y que disminuiría su adherencia a la pasta de concreto. De igual manera los áridos de machaqueo suelen estar rodeados de polvo de machaqueo que supone un incremento de finos al concreto, precisa más agua de amasado y darán menores resistencias por lo que suelen lavarse.

Los agregados que se emplean en concretos se obtienen mezclando tres o cuatro grupos de distintos tamaños para alcanzar una granulometría óptima. Tres factores intervienen en una granulometría adecuada: el tamaño máximo del árido, la compactación y el contenido de granos finos. Cuando mayor sea el tamaño máximo del agregado, menores serán las necesidades de cemento y de agua, pero el tamaño máximo viene limitado por las dimensiones mínimas del elemento a construir o por la separación entre armaduras, ya que esos huecos deben quedar rellenos por el concreto y, por tanto, por los agregados de mayor tamaño. En una mezcla de agregados una compactación elevada es aquella que deja pocos huecos; se consigue con mezclas pobres en arenas y gran proporción de agregados gruesos, precisando poca agua de amasado; su gran dificultad es conseguir compactar el concreto, pero si se dispone de medios suficientes para ello el resultado son concretos muy resistentes. En cuanto al contenido de agregados finos, estos hacen la mezcla más trabajable pero precisan más agua de amasado y de cemento. En cada caso hay que encontrar una fórmula de compromiso teniendo en cuenta los distintos factores. Las parábolas de Fuller y de Bolomey dan dos familias de curvas granulométricas muy utilizadas para obtener adecuadas dosificaciones de agregados.³

Para la clasificación petrológica nos apoyaremos en el personal de laboratorio y/o docentes especializados en la determinación de minerales en las muestras recolectadas.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

Los agregados son materiales pétreos naturales seleccionados; materiales sujetos a tratamientos de disgregación, cribado, trituración o lavado, o materiales

³ JIMÉNEZ MONTOYA, P. Hormigón armado. 9 ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1978. v.1, p. 37-43.

producidos por la expansión, calcinación o fusión excipiente, que se mezclan con cemento y agua, para formar concreto hidráulico.

Los agregados para concreto hidráulico se dividen en:

3.2.1 Agregado fino. Los agregados son materiales pétreos naturales seleccionados; materiales sujetos a tratamientos de disgregación, cribado, trituración o lavado, o materiales producidos por la expansión, calcinación o fusión excipiente, que se mezclan con cemento y agua, para formar concreto hidráulico.

3.2.2 Agregado grueso. Puede ser grava natural seleccionada u obtenida mediante trituración y cribado, con partículas de tamaño máximo, generalmente comprendido entre 19mm ($\frac{3}{4}$ ") y 75mm (3"), pudiendo contener fragmentos de roca y arena.

3.2.3 Fragmentos de roca. Son los agregados con tamaño mayor a 75mm (3") y una masa máxima de 30Kg, como los boleos y la piedra braza, entre otros que se utilizan comúnmente para concreto ciclópeo.

3.2.4 Agregado ligero. Son los agregados finos o gruesos que, por su baja densidad, se utilizan en la fabricación de concreto estructural ligero, de baja masa volumétrica y resistencia limitada a la compresión, constituidos predominantemente por materiales inorgánicos de estructura celular, preparados por expansión, calcinación o fusión incipiente de productos tales como escorias de altos hornos, arcillas comunes, diatomitas, cenizas volantes, lutitas y pizarras, o bien, mediante otros tratamientos de materiales naturales tales como piedra pómez, perlitas, tezontles, escorias y tobas.

El concreto se elabora con arena y grava (agregado grueso) que constituyen entre el 70 y 75 por ciento del volumen y una pasta cementante endurecida formada por cemento hidráulico con agua, que con los vacíos forman el resto. Usualmente, se agregan aditivos para facilitar su trabajabilidad o afectar las condiciones de su fraguado y contenido de vacíos para mejorar la durabilidad.

El cemento suministra las propiedades adhesivas y cohesivas a la pasta. Se usa el cemento hidráulico tipo Portland. Para su hidratación requiere cerca del 25% de agua. Sin embargo para mejorar la movilidad del cemento dentro de la pasta se requiere un porcentaje adicional del 10 al 15 %. La relación agua-cemento (a/c) mínima es de 0,35; en la práctica es mayor para darle trabajabilidad a la mezcla de concreto. La relación a/c es uno de los parámetros que más afecta la resistencia del concreto, pues a medida que aumenta, aumentan los poros en la masa y por ende disminuye la resistencia.

El agua de la mezcla debe ser limpia y libre de impurezas y en general debe ser potable. El proceso de hidratación genera calor, que produce aumento de temperatura en la mezcla y expansión volumétrica y que debe controlarse sobre todo en vaciados masivos. Con el fin de controlar el exceso de agua en la mezcla, necesario para facilitar la trabajabilidad del concreto fresco, la tecnología moderna del concreto, facilita los aditivos plastificantes, los cuales además de facilitar el proceso constructivo, permiten obtener concretos de resistencia más uniforme.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar físicamente los agregados pétreos comercializados en la zona norte de la ciudad de Bogotá.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información (en materia de comercialización: origen, procedencia, volúmenes de venta, precio) de los agregados.
- Analizar y procesar información de la comercialización de los agregados pétreos de la zona norte de Bogotá.
- Reconocer las propiedades físicas de los agregados utilizados.
- Realizar una caracterización física por tamaño, forma y petrografía.

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

5.1 ALCANCES

Entregar un documento donde se evidencie los resultados de ensayos de laboratorio, cálculos, análisis, encuestas y evaluación del producto final.

5.2 LIMITACIONES

Como limitaciones de este proyecto son las instalaciones para realizar los ensayos de laboratorio y el tiempo para preparar y ejecutar los materiales necesarios para el diseño ya que no todos los días no podremos realizar estas actividades por obligaciones laborales, y por los horarios establecidos por la Institución para la prestación del laboratorio.

6. METODOLOGÍA

- Investigación preliminar. En esta etapa recopilaremos la información sobre la ubicación de los proveedores, canteras, y las diversas procedencias de los materiales pétreos para concretos en la zona norte de Bogotá.
- Recopilación de muestras. En esta etapa se visitaran a todos los distribuidores de materiales pétreos para concreto y se recopilaran la mayor cantidad de muestras de gravas posibles.
- Indagación de compra. En esta etapa se realizara un estudio de mercadeo, en donde recopilaremos información que nos ayude a determinar que parámetros se siguen en Bogotá para compra y venta de materiales pétreos, esta etapa se realizara simultáneamente con la etapa de recopilación de muestras.
- Caracterización de muestras. En esta etapa procederemos a separar las muestras según su fuente de origen, en donde las homogenizaremos y realizaremos las caracterizaciones, el trabajo se enfocara en el tamaño (granulometría), forma, petrografía, comparándolas y determinando si cumplen con la norma técnica colombiana 174.
- Entrega final. En esta etapa se analizaran los resultados obtenidos y se determinaran los parámetro que se siguen para la comercialización de agregados pétreos en la zona norte de Bogotá, también indicaremos que características poseen dichos agregados y si cumplen con las normas en materia de construcción en el territorio nacional.

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 4. Cronograma de actividades.

ÍTEM	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investigación preliminar															
Recopilación de muestras															
Indagación de compra															
Caracterización de muestras															
Entrega final															

Fuente: Autores.

7.1 PRODUCTOS A ENTREGAR

- Documento.
- Artículo.
- Poster – presentación.

7.2 INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO

- Laboratorios de la Universidad Católica de Colombia.
- Computador portátil.
- Básculas.
- Espátulas.
- Tamices.
- Calibrador de alargamiento y aplanamiento.
- Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)
- Cámara fotográfica.
- Cinta métrica.

8. PRESUPUESTO DEL TRABAJO Y RECURSOS FINANCIEROS

Tabla 5. Presupuesto del trabajo.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA			
INGENIERÍA CIVIL			
ACTIVIDADES	UN	CANT	VALOR
Movilización	GI	1	\$ 40.000,0
Papelería	GI	1	\$ 60.000,0
Emisión de informes	GI	1	\$ 100.000,0
		Total	\$ 200.000,0

Fuente: autores.

9. CONCLUSIONES

- De la muestra proveniente de Cáqueza, se puede decir que presenta un alto porcentaje (35%) de partículas con cuarzo que causa fallas en el concreto, debido a la reacción álcali sílice.
- La muestra que viene del Tolima, conociendo que las rocas ígneas debido a su proceso de formación las hace más resistentes, se concluye que este material granular es de mejor calidad que la de Cáqueza.
- Con los distintos laboratorios que se le realizaron a las muestras, se encontró lo siguiente: La muestra de Cáqueza, el Coeficiente de uniformidad se determinó que siendo mayor que 3 no es uniforme, adicionalmente el coeficiente de curvatura no está en el rango de 1-3 con lo cual se puede afirmar que no es un suelo bien gradado. Con la muestra del Tolima, el Coeficiente de uniformidad se determina que siendo mayor que 3 no es uniforme, adicionalmente el coeficiente de curvatura no está en el rango de 1-3 por lo cual puede decir que no es un suelo bien gradado. El material cumple satisfactoriamente las pruebas con el equipo MICRO-DEVAL, teniendo en cuenta que la norma INV E-238-13 dice que los agregados pueden estar entre el 15% al 25% de pérdida del material. La muestra presentó una pérdida del 8.6%. En los resultados del índice de aplanamiento (29,50%) y alargamiento (36,38%) se puede observar que son altos, por lo cual a la hora de hacer mezclas de concreto en la compactación quedará con un porcentaje de vacíos altos, lo cual no es favorable para las mezclas de concreto y en el laboratorio de caras fracturas, (58,92% 1 cara y 59,01% 2caras) se obtuvo un buen porcentaje, lo cual es muy útil a la hora de hacer mezclas de concreto para la construcción.
- Dentro de los agregados se pudo concluir que los proveedores de la zona norte de Bogotá, están haciendo mezcla tipo dilución quienes para disponer de lotes de menores calidades, los mezclan con otros de mejor calidad, afectando sustancialmente el desempeño del agregado pétreo en la obtención de concretos confiables.

BIBLIOGRAFÍA

ASOGRAVAS. Copiadoras [en línea]. Bogotá: [citado: 08 agosto, 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.asogras.org/Inicio/Agregados.aspx>>.

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y de Desarrollo Territorial. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistente NSR-10. En: Diario Oficial. 26, marzo, 2010, no. 47.663, p. 3-410.

CONSTRUDATA. Copiadoras [En línea]. Bogotá: [citado 15 agosto, 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.construdata.com/VitrinaComercial/Anuncian/8/86000980/Capitulos/09/09.htm>>.

GIRALDO BOLÍVAR, Orlando. Manual de agregados para el hormigón [en línea]. Bogotá [Consultado: 20 de Octubre de 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.unalmed.edu.co/hormigon/archivos/laboratorio/agregados.pdf>>.

JIMÉNEZ MONTOYA, P. Hormigón armado. 9 ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1978. 2 v.

MONTEJO FONSECA, Alfonso. Tecnología y patología del concreto armado Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2013. 540 p.

NORMAS IMT. Copiadoras [en línea]. Bogotá: [citado 08 agosto, 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-2-02-002-02.pdf>>.

POLANCO RODRÍGUEZ, Abraham. Manual de prácticas de laboratorio de concreto [en línea] Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua. [Consultado: 20 de Octubre de 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf>.

UNIVERSIDAD DE GRANADA. Copiadoras [en línea]. España [citado: 12 agosto, 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet_petrograf.htm>.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Sede Manizales. Copiadoras [En línea]. Manizales [citado: 15 agosto, 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/COMPOSICION%20DEL%20CONCRETO%20SIMPLE.htm>>.

Anexo A. Documentación fotográfica.

1. Lavado de muestras.



2. Selección de material fino.



3. Tamices.



4. Tamizado de muestras.



5. Tamizado de muestras finas.

